

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

D 2

PUBLICATION NUMBER : 03031443  
PUBLICATION DATE : 12-02-91

APPLICATION DATE : 29-06-89  
APPLICATION NUMBER : 01167947

APPLICANT : AICHI STEEL WORKS LTD;

INVENTOR : NOMURA KAZUE;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/32 C22C 38/60

TITLE : TOUGH AND HARD NON-HEATTREATED STEEL FOR HOT FORGING

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a tough and hard non-heattreated steel for hot forging improved in properties, such as strength and toughness, by forming the prescribed amount of retained austenite-stabilized structure in a bainite structure by subjecting a steel having the prescribed composition to hot forging and then to air cooling or air blast cooling.

CONSTITUTION: A steel having a composition containing, by weight, 0.10-0.20% C, 1.00-2.00% Si, 0.85-2.50% Mn, 0.50-1.50% Cr, 0.20-1.00% Mo, 0.010-0.060% Al, 0.01-0.05% Ti, and 0.0005-0.0040% B is hot-forged and then subjected to air cooling or to air blast cooling, by which 10-30% retained austenite-stabilized structure can be formed in a bainite structure. As a result, the tough and hard non-heattreated steel for hot forging having  $\geq 100\text{kgf/mm}^2$  tensile strength and  $\geq 15\text{kgfm/cm}^2$  Charpy impact value and combining high strength with high toughness in an untempered state can be obtained while obviating the necessity of treatments at high temp., such as hardening and tempering, after hot forging.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-31443

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

C 22 C 38/00  
38/32  
38/60

識別記号

3 0 1 A

庁内整理番号

7047-4K

④ 公開 平成3年(1991)2月12日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑬ 発明の名称 熱間鍛造用強靱非調質鋼

⑭ 特 願 平1-167947

⑮ 出 願 平1(1989)6月29日

⑯ 発 明 者 岩 間 直 樹 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内  
⑰ 発 明 者 野 村 一 衛 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内  
⑱ 出 願 人 愛知製鋼株式会社 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 土 川 晃

明 細 書

1. 発明の名称

熱間鍛造用強靱非調質鋼

2. 特許請求の範囲

(1) 重量比にしてC:0.10~0.20%、Si:1.00~2.00%、Mn:0.85~2.50%、Cr:0.50~1.50%、Mo:0.20~1.00%、Al:0.010~0.060%、Ti:0.01~0.05%、B:0.0005~0.0040%を含有し、残部Feならびに不純物元素からなり、前記鋼を熱間鍛造を施した後、空冷もしくは衝風冷却することにより、ベイナイト組織中に10~30%の残留オーステナイトが安定化された組織が生成されることを特徴とする熱間鍛造用強靱非調質鋼。

(2) 重量比にしてC:0.10~0.20%、Si:1.00~2.00%、Mn:0.85~2.50%、Cr:0.50~1.50%、Mo:0.20~1.00%、Al:0.010~0.060%、Ti:0.01~0.05%、B:0.0005~0.004

0%を含有し、さらにS:0.04~0.12%、Pb:0.05~0.30%、Ca:0.0005~0.0100%のうち1種または2種以上を含有し、残部Feならびに不純物元素からなり、前記鋼を熱間鍛造を施した後、空冷もしくは衝風冷却することにより、ベイナイト組織中に10~30%の残留オーステナイトが安定化された組織が生成されることを特徴とする熱間鍛造用強靱非調質鋼。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は熱間鍛造後、焼入れ、焼もどし等の熱処理を行わず非調質のまま引張強さ100kgf/cm<sup>2</sup>以上、シャルピー衝撃値15kgf-m/cm<sup>2</sup>以上の高強度、高靱性を有し、特に高強度と高靱性を必要とする自動車の足廻り部品に用いられる鋼として有用な熱間鍛造用強靱非調質鋼に関する。

〔従来の技術〕

従来、フォークリフト用の爪や、ステアリングナックル、アッパーアーム等の自動車または建設機械等の部品に用いられる鋼には、高強度と高靱

## 特開平3-31443(2)

性が要求され、S45CやCrあるいはCrとMoを含有させた機械構造用合金鋼であるSCM440あるいはSCr440が用いられ、熱間鍛造により成形後、高強度、高韧性を付与させるため焼入れ焼もどし等の熱処理(以下調質と称する。)が施されていた。

しかしこれらの熱処理工程はかなり高価であり、熱処理工程を省略できれば、大幅なコスト低減が図られ、省エネルギーの社会的要請に応えることができる。そこで熱間鍛造のまま使用することのできる非調質鋼の開発が近年盛んに行なわれている。

例えば、Cを0.30~0.50%含有する中炭素鋼、あるいはMn鋼に0.03~0.20%のVを追加したフェライト-パーライト型の非調質鋼が提案されている。この非調質鋼は熱間鍛造後の冷却過程でVの炭素化合物が析出し、このV炭素化合物がフェライト生地を強化するものである。非調質鋼はこの強化作用によって、上記熱処理を行うことなく、熱間鍛造後冷却するのみで、強度を持

たせることができるものである。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら従来開発された熱間鍛造のまま使用する非調質鋼は、熱間鍛造が1100℃以上という高温で行なわれることと、熱間鍛造後の冷却速度が遅いこともあり、粗大なフェライト-パーライト組織を有するものであり、韧性が低く、また引張強さが100kgf/mm<sup>2</sup>以上という強度を確保することは困難であり、SCM440等の性能には遠く及ばない。そのため、自動車用の足回り部品の中でも特に強度および韧性の要求される部品、例えば寒冷地向けの部品や高性能車の部品等の要求を満足することができなかった。

本発明は従来の非調質鋼の前記のごとき問題点に鑑みてなされたもので、非調質でSCM440またはSCr440以上の引張強さおよび衝撃値を得ることができ、強度および韧性等の性能の高い熱間鍛造用強靱非調質鋼を提供することを目的とする。

[課題を解決するための手段]

本発明者は上記目的の下に熱間鍛造用非調質鋼について鋭意研究した結果、第1に韧性を向上させるために低炭素化すること、第2に焼入れ性を向上させるためにベイナイト生成作用を持つMn量、Cr量を高め、かつBを追加することにより、熱間鍛造用非調質鋼の組織を強度と韧性が優れたベイナイト組織にすることができ、従来の非調質鋼に比べて許容される鍛造加熱温度範囲が広く、かつ高い強度および韧性を有し、熱間鍛造のまま、従来の中炭素低合金鋼と同等若しくは同等以上の強度および韧性を確保し得ることを知見した。

さらに、韧性を従来の中炭素低合金鋼以上に向上させるために、残留オーステナイトを利用することに着想し、Si含有量を1%以上としMoを追加することにより、ベイナイト組織中に10%以上の残留オーステナイトを安定化させるとともにベイナイトラス間隙を細かくしたものである。

本発明の熱間鍛造用強靱非調質鋼は、これらの知見と着想に基づいてなされたものであって、第1発明として、重量比にしてC:0.10~0.2

0%、Si:1.00~2.00%、Mn:0.85~2.50%、Cr:0.50~1.50%、Mo:0.20~1.00%、Al:0.010~0.060%、Ti:0.01~0.05%、B:0.0005~0.0040%を含有し、残部Feならびに不純物元素からなり、前記鋼を熱間鍛造を施した後、空冷もしくは衝風冷却することにより、ベイナイト組織中に残留オーステナイトが10~30%安定化された組織が生成されることを要旨とする。しかして、第2発明は第1発明の切削性を改善するため、第1発明にさらにS:0.04~0.12%、Pb:0.05~0.30%、Ca:0.0005~0.0100%のうち1種または2種以上を含有せしめたことを要旨とする。

[作用]

本発明の熱間鍛造用強靱非調質鋼では、低炭素化することにより韧性を向上させ、Mn量、Cr量を高め、Bを追加することにより強度と韧性が優れたベイナイト組織を生成させ、広い鍛造加熱温度範囲において強度の安定化を図ることができる。

特開平3-31443(3)

また、Si量を高めMoを添加したので、ベイナイト組織中に10%以上の残留オーステナイトを安定化させ、かつベイナイトラス間隔を細かくして優れた靱性を確保することができる。

次に本発明にかかる熱間鍛造用強靱非調質鋼の成分限定理由について説明する。

C:0.10~0.20%

Cは非調質鋼の強度を確保するために必要な元素であり0.10%未満であると強度が不足するので下限を0.10%とした。また、Cが0.20%を超えると靱性が低下するので、上限を0.20%とした。

Si:1.00~2.00%

Siは残留オーステナイトを安定化させるために必要な元素であり、10%以上の残留オーステナイトを確保するためには1.00%は必要である。しかし、2.00%を超えると逆に靱性が低下するので、上限を2.00%とした。

Mo:0.85~2.50%

Moは焼入れ性を向上させて熱間鍛造後の組織

をベイナイト化するのに必要な元素である。Moが0.85%未満であると焼入れ性が不足しベイナイトにフェライトが混在した組織となり、強度が不足するので、下限を0.85%とした。しかし、2.50%を超えると焼入れ性が向上し過ぎてマルテンサイトが生成され、靱性が低下するので、上限を2.50%とした。

Cr:0.50~1.50%

Crは焼入れ性を向上させ、熱間鍛造後の組織をベイナイト化するのに必要な元素である。0.50%未満であると前記効果が不充分であるので、下限を0.50%とした。しかし、1.50%を超えると焼入れ性が向上し過ぎてマルテンサイト組織が生成して、靱性が低下するので、上限を1.50%とした。

Mn:0.20~1.00%

Mnは焼入れ性を向上させて熱間鍛造後の組織をベイナイト化するとともにベイナイトラス間隔を細かくするために必要な元素である。Mnが0.20%未満であるとベイナイト化が不充分であり、

またベイナイト化してもベイナイトラス間隔を粗くなるので、下限を0.20%とした。Moは高価な元素であり、1.00%を超えると前記効果が飽和すると共にコスト高となるので、上限を1.00%とした。

Al:0.010~0.060%

Alは強力な脱酸剤として添加される元素であるが、0.010%未満では脱酸不足となるので、下限を0.010%とした。しかし、0.060%を超えて含有させてもその効果が飽和するとともに、靱性が低下するので、上限を0.060%とした。

Ti:0.01~0.05%

Tiは強力な炭素化合物形成元素であり、遊離Nの固定に有効な元素である。0.01%未満では必要な効果が得られないため、その下限を0.01%とした。しかし、0.05%を超えて含有しても、その効果の向上が少ないため、上限を0.05%とした。

B:0.0005~0.0040%

Bは焼入れ性を向上させて熱間鍛造後の組織をベイナイト組織とするために必要な元素であり、0.0005%以下では焼入れ性が不足してベイナイト組織にフェライト組織が混在した組織となり、強度が不足するため、その下限を0.0005%とした。しかし、0.0040%を超えて含有してもその効果が少ないため、その上限を0.0040%とした。

S:0.04~0.12%

Sは被削性を一層改善するため有効な元素であり、その効果を得るためには0.04%以上が必要である。しかし、0.12%を超えて含有させてもその効果が飽和し、靱性を低下させるので上限を0.12%とした。

Pb:0.05~0.30%

Pbは被削性を一層改善するため有効な元素であり、その効果を得るためには0.05%以上が必要である。しかし、0.30%を超えて含有されてもその被削性改善の効果の向上が少なくなるので上限を0.30%とした。

特開平3-31443(4)

Ca:0.0005~0.0100%

Cは被削性を一層改善するため有効な元素であり、その効果を得るためには0.0005%以上が必要である。しかし、0.0100%を超えて含有させてもその被削性改善の効果の向上が少なくなるので上限を0.0100%とした。

本発明においてベイナイト組織中に残留するオーステナイトの量を10~30%としたのは、韧性を向上させるためには10%以上の残留オーステナイトが必要だからであり、また残留オーステナイト量が30%を超えると耐力が不足するようになるからである。

[実施例]

本発明にかかる熱間鍛造用強韌非調質鋼の特徴を従来鋼、比較鋼と比較して実施例でもって明らかにする。

第1表はこれら供試鋼の化学成分を示すものである。第1表において、A鋼からF鋼までは第1発明鋼、G鋼からL鋼までは第2発明鋼である。またM~O鋼は比較鋼であって、M鋼はSiが本

発明の組成範囲よりも低い比較鋼、N鋼は他の組成範囲は本発明鋼と同じであるがMoを含有しない比較鋼、O鋼はC含有量が本発明の組成範囲より多い比較鋼である。P鋼はSCM440に相当する従来鋼である。

(以下余白)

第 1 表

区 分	番 号	化 学 成 分 (重量%)											残留t- 1/4(S)	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	衝撃値 (kgf/cm <sup>2</sup> )	切削性
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Al	Ti	B	S	Pb	Ca				
第1発明	A	0.18	1.52	1.28	0.84	0.55	0.024	0.03	0.0032				22.0	121	18.3	100
	B	0.14	1.23	1.85	1.20	0.32	0.035	0.04	0.0013				18.5	114	17.4	100
	C	0.10	1.38	1.03	1.44	0.84	0.013	0.02	0.0022				17.2	102	19.3	102
	D	0.16	1.65	0.95	0.66	0.62	0.022	0.03	0.0024				21.3	118	18.8	101
	E	0.12	1.47	2.08	1.38	0.78	0.044	0.01	0.0012				19.8	109	18.2	104
	F	0.11	1.78	2.35	1.25	0.28	0.031	0.04	0.0025				28.2	105	17.7	105
第2発明	G	0.14	1.58	1.24	1.41	0.38	0.018	0.03	0.0023	0.08			21.7	113	18.6	118
	H	0.16	1.48	1.87	0.88	0.88	0.028	0.04	0.0028		0.13		20.4	117	18.4	125
	I	0.17	1.22	1.12	1.31	0.48	0.034	0.03	0.0033			0.0078	15.3	119	15.9	117
	J	0.15	1.37	2.15	1.24	0.77	0.028	0.04	0.0028	0.05	0.24		17.4	117	16.3	131
	K	0.18	1.66	1.06	0.66	0.32	0.019	0.03	0.0015	0.07		0.0037	22.2	120	15.2	129
	L	0.12	1.34	1.28	1.35	0.62	0.048	0.03	0.0028	0.06	0.08	0.0027	18.1	108	17.0	145
比較鋼	M	0.16	0.75	1.08	1.42	0.33	0.038	0.04	0.0023				9.7	116	9.3	98
	N	0.14	1.42	1.83	1.39		0.025	0.02	0.0031				17.8	109	5.3	108
	O	0.25	1.58	2.21	0.78	0.43	0.038	0.04	0.0028				16.3	129	1.2	85
従来鋼	P	0.41	0.21	0.70	1.02	0.18	0.018						0	98	10.5	100

## 特開平3-31443(5)

第1表の化学成分を有する供試鋼を高周波誘導炉で溶解し、20kg鋼塊を製造した。荷記鋼塊を50mm直径の棒鋼に圧延し、次いでこの棒鋼を1200℃に加熱し、1100℃で熱間鍛造を行い、30mm直径に鍛伸した後、空冷し、ついで切削により引張試験片(JIS4号)、衝撃試験片(JIS3号)を作製し、引張強さ、衝撃値、ミクロ組織を測定した。なお、従来鋼であるP鋼は熱間鍛造した後、850℃で40分間加熱し、油焼入し、ついで580℃で90分間焼もどしを施した。

第1表に示した発明鋼および比較鋼について、鍛造を施したままの状態、従来鋼については前記と同様の焼入焼もどしを行った状態で、ドリル穿孔試験を行った。なお、ドリルの材質はSKH9、ドリル回転数は1710rpm、切削油なし、荷重75kg、ドリルは5mmφストレートシャンクを用いた。測定した結果は第1表に示したが、従来鋼の定荷重単位時間穿孔距離を100とし、それぞれの穿孔距離を整数比で示した。得られた結果は第1表に示す。

明らかとなった。

〔発明の効果〕

本発明の熱間鍛造用強韌非調質鋼は以上説明したように、低炭素鋼にMn、CrおよびBを添加することにより、焼入性を向上させ、熱間鍛造後の空冷もしくは衝風冷却により、ベイナイト組織とするものであり、さらにSi含有量を高めMoを添加することにより、残留オーステナイトを安定化させてるとともにベイナイトラス間隔を細かくして、強韌性を付与し、Vを添加することにより、前記のベイナイト組織に炭窒化物を析出させたものであり、その結果非調質で100kgf/mm<sup>2</sup>の引張強さと15kgf/mm<sup>2</sup>以上のシャルピー衝撃値を得ることができる。本発明の熱間鍛造用強韌非調質鋼はこのように優れた引張強さと優れた韌性を有する非調質鋼であり、自動車用の足回り部品の中でも特に強度および韌性の要求される部品、例えば寒冷地向けの部品や高性能車の部品等に極めて有用なものである。

第1表から知られるように、比較鋼であるM鋼はSi含有量が低いので、ベイナイトラスが粗く、また、残留オーステナイトの安定度が低く、そのため衝撃値が低い。また、比較鋼のN鋼は、Moを含有しないので、ベイナイトラスが粗く、そのため衝撃値が低い。また、比較鋼であるO鋼はC含有量が高いので、強度は充分であるが、衝撃値において劣る。

また、従来鋼であるP鋼は焼入焼もどしを行ったにも拘わらず、引張強さが98kgf/mm<sup>2</sup>であり、衝撃値は10.5kgf-m/cm<sup>2</sup>であって所期の値が得られていない。

これに対して本発明鋼であるA鋼～L鋼では、残留オーステナイトが10～30%の範囲にあり、引張強さは102～121kgf/mm<sup>2</sup>、衝撃値は15.2～19.3kgf-m/cm<sup>2</sup>と、従来鋼と同等以上の強さと韌性が確保されることが確認された。また、切削性においても従来鋼番号16に比べて、本発明鋼は非常に良好で、特にS、Pb、Caを添加した第2発明その効果が大きく表れていることが